



Erfolgspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑬ PATENTSCHRIFT A5

⑭ Gesuchsnummer: 6835/81

⑮ Inhaber:
LGZ Landis & Gyr Zug AG, Zug

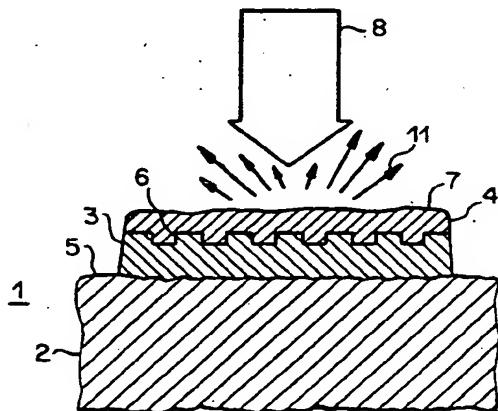
⑯ Anmeldungsdatum: 27.10.1981

⑰ Patent erteilt: 13.12.1985

⑱ Erfinder:
Antes, Gregor, Zürich

⑲ Dokument mit einem Sicherheitsmerkmal und Verfahren zur Echtheitsprüfung des Dokumentes.

⑳ Das Dokument (1) besteht aus einem Substrat (2), einer transparenten Prägeschicht (3) mit einem maschinenlesbaren Sicherheitsmerkmal in Form einer optischen Mikrostruktur (6) und aus einer transparenten Schutzschicht (4). Die der Prägeschicht (3) zugewandte Substratoberfläche (5) weist eine diffuse Reflexionscharakteristik auf. Die Brechungsindexdifferenz der Prägeschicht (3) und der Schutzschicht (4) ist derart klein und die diffuse Reflektivität der Substratoberfläche (5) derart gross, dass die Beugungerscheinungen der Mikrostruktur (6) von blossem Auge nicht sichtbar sind. Zur Echtheitsprüfung des Dokumentes (1) wird die Mikrostruktur (6) mittels eines gerichteten Lichtstrahls und eines Lichtfühlers abgetastet und das elektrische Signal des Lichtfühlers mittels eines Frequenzfilters, eines Lock-in-Verstärkers oder eines elektronischen Korrelators detektiert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Dokument, das aus einem Substrat (2), einer thermoplastischen Prägeschicht (3) mit mindestens einem maschinenlesbaren Sicherheitsmerkmal in Form einer optischen Mikrostruktur (6) und einer transparenten Schutzschicht (4) besteht, wobei der Brechungsindex der Prägeschicht (3) und jener der Schutzschicht (4) verschieden gross sind und die Mikrostruktur (6) solcher Art ist, dass sie eine charakteristische Beugung einfallenden Lichtes (8) hervorruft, dadurch gekennzeichnet, dass die der Prägeschicht (3) zugewandte Substratoberfläche (5) im Bereich der Mikrostruktur (6) eine diffuse Reflexionscharakteristik aufweist, dass die Prägeschicht (3) transparent ist und dass einerseits die Brechungsindexdifferenz derart klein und andererseits die diffuse Reflektivität der Substratoberfläche (5) derart gross ist, dass die Beugungerscheinungen der Mikrostruktur (6) von blossem Auge nicht sichtbar sind.

2. Dokument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratoberfläche (5) im Bereich der Mikrostruktur (6) eine diffuse Reflektivität von mindestens 80% aufweist und dass die Brechungsindexdifferenz höchstens 0,2 beträgt.

3. Dokument nach Anspruch 1 oder 2, dessen Substrat (2) aus Papier besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratoberfläche (5) im Bereich der Mikrostruktur (6) weiss ist.

4. Dokument nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratoberfläche (5) im Bereich der Mikrostruktur (6) einen zonenweise varierenden Mattheitsgrad aufweist.

5. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (4) eine gewellte, lichtstrahlenaufweisende Oberfläche (7) aufweist.

6. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostruktur (6) aus einer Vielzahl einzelner Phasenbeugungsfelder besteht und dass jedes Phasenbeugungsfeld in mindestens einer Dimension derart klein ist, dass es von blossem Auge nicht mehr aufgelöst werden kann.

7. Verfahren zur Echtheitsprüfung des Dokumentes nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dessen Mikrostruktur (6) derart gestaltet ist, dass bei ihrer Abtastung durch einen gerichteten Lichtstrahl (8) in mindestens einer vorbestimmten Richtung in einer vorbestimmten zeitlichen Sequenz Beugungsmaxima (9; 10) erscheinen, wenn das Dokument (1) mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit translatorisch oder rotierend bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Beugungsmaxima (9; 10) mittels mindestens eines Lichtföhlers (21; 24; 33; 35-38) detektiert und mittels einer elektronischen Auswerteeinrichtung (27, 22, 28; 29, 30, 28; 31, 30, 32, 28) die zeitliche Sequenz der elektrischen Signale des Lichtföhlers (21; 24; 33; 35-38) mit einer Soll-Sequenz verglichen und ihre durch Beugungsmaxima (9; 10) gegebenen, der Soll-Sequenz entsprechenden Nutzkomponenten aufsummiert werden, während die nicht der Soll-Sequenz entsprechenden Störkomponenten unterdrückt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Soll-Sequenz periodisch ist und dass die zeitliche Sequenz der elektrischen Signale mittels eines schmalbandigen Frequenzfilters (22) mit der Soll-Sequenz verglichen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherte Sequenz periodisch ist und dass die zeitliche Sequenz der elektrischen Signale mittels eines phasenempfindlichen Lock-in-Verstärkers (29) mit der Soll-Sequenz verglichen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherte Sequenz aperiodisch ist und dass die zeitliche Sequenz der elektrischen Signale mittels eines elektronischen Korrelators (31) mit der Soll-Sequenz verglichen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, da-

durch gekennzeichnet, dass die elektrischen Signale mindestens zweier Lichtföhler (24; 33; 35-38) subtrahiert oder dividiert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 7 zur Echtheitsprüfung eines Dokumentes, dessen Mikrostruktur (6) derart gestaltet ist, dass bei ihrer Abtastung durch den gerichteten Lichtstrahl (8) gleichzeitig in mehreren vorbestimmten Richtungen Beugungsmaxima (9; 10) erscheinen, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder dieser Richtungen ein Lichtföhler (21; 24) angeordnet wird und dass die elektrischen Signale dieser Lichtföhler (21; 24) addiert werden.

15 Die meisten der heute gebräuchlichen Dokumente, wie z.B. Banknoten, Kreditkarten, Identitätskarten, Fahrkarten, Schecks u.dgl., können mit modernen Reproduktionsverfahren mit nicht allzu grossem Aufwand gefälscht werden. Es sind zahlreiche Vorschläge bekannt, die darauf abzielen, auf 20 solchen Dokumenten maschinenlesbare Sicherheitsmerkmale aufzuzeichnen, welche den für eine erfolgversprechende Fälschung erforderlichen Aufwand und damit die Fälschungssicherheit erhöhen. Eine hohe Fälschungssicherheit wird erreicht, wenn die Sicherheitsmerkmale in Form optischer Mikrostrukturen, die einfallendes Licht in charakteristischer Weise beugen, in das Dokument eingegeben werden. Solche Mikrostrukturen, wie z.B. holographisch erzeugte Strukturen, Phasenbeugungsgitter und Kinoforms, sind nur mit hohem technischem Aufwand herstellbar.

30 Bei Dokumenten mit einem Substrat aus thermoplastischem Material werden die Mikrostrukturen unmittelbar in das Substrat eingeprägt (CH-PS 574 144 und GB-PS 1 165 556). Papierdokumente werden vor dem Einprägen der Mikrostrukturen mit einer dünnen thermoplastischen Schicht 35 beschichtet (DE-PS 25 55 214). Mittels einer Schutzschicht in Form einer auflaminierten Folie (CH-PS 588 358) oder einer Lackschicht (DE-OS 31 32 577) kann die Mikrostruktur vor mechanischer Beschädigung geschützt werden. Die Schutzschicht kann für sichtbares Licht undurchlässig sein, um die 40 Mikrostruktur dem menschlichen Auge zu verbergen (CH-PS 588 358); eine derartige schwarze Schutzschicht ist jedoch in vielen Fällen unerwünscht, und zwar einerseits aus ästhetischen Gründen und andererseits deshalb, weil sie in auffälliger Weise auf das Vorhandensein verborgener Sicherheitselemente hinweist. Es ist auch ein Dokument nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, bei dem die Schutzschicht einen anderen Berechnungsindex aufweist als die thermoplastische Prägeschicht (DE-PS 25 55 214).

Bei der maschinenellen Echtheitsprüfung solcher Dokumente wird die Mikrostruktur mit einem gerichteten Lichtstrahl, der eine vorbestimmte Wellenlänge bzw. einen vorbestimmten engen Wellenlängenbereich aufweist, beleuchtet. Mittels einer Lichtföhleranordnung werden eine oder mehrere Komponenten des an der Mikrostruktur gebeugten Lichtstrahles empfangen, und mittels einer elektronischen Auswerteeinrichtung wird überprüft, ob die Intensität bzw. das Intensitätsverhältnis dieser Komponenten innerhalb der zu erwartenden Grenzwerte liegt (CH-PS 589 897). Es ist auch bekannt (DE-PS 27 31 726), eine bestimmte Sequenz unterschiedlicher Mikrostrukturen in ein Dokument einzugeben und bei der Echtheitsprüfung zu untersuchen, ob die auf dem Dokument gespeicherte Sequenz mit einer im Lesegerät gespeicherten Sollsequenz übereinstimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Dokument 65 der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art, insbesondere ein Dokument mit einem optisch nicht idealen Substrat, zu schaffen, bei dem das Sicherheitsmerkmal nicht nur unsichtbar ist, sondern auch auf unauffällige Weise im Doku-

ment verborgen ist. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, gemäss welchem solche Sicherheitsmerkmale dennoch mit grosser Sicherheit nachgewiesen werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Ein Verfahren, das eine zuverlässige maschinelle Echtheitsprüfung solcher Dokumente ermöglicht, ist im Anspruch 7 gekennzeichnet.

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Dokument ohne Schutzschicht im Schnitt,
Fig. 2 das Dokument gemäss der Fig. 1 mit einer Schutzschicht.

Fig. 3 bis 5 verschiedene Dokumente in der Draufsicht,
Fig. 6 ein Dokument und einen dieses abtastenden Lichtföhler in der Draufsicht,

Fig. 7 bis 9 verschiedene Prüfeinrichtungen und
Fig. 10 und 11 Details einer Prüfeinrichtung.

In den nicht massstäblich gezeichneten Fig. 1 und 2 bedeutet 1 ein Dokument, das z.B. eine Banknote, Kreditkarte, Identitätskarte, Fahrkarte, ein Scheck u.dgl. sein kann und aus einem Substrat 2, einer thermoplastischen transparenten Prägeschicht 3 und einer transparenten Schutzschicht 4 (Fig. 2) besteht. Die Prägeschicht 3 bedeckt mindestens eine Teilfläche der einen Oberfläche 5 des Substrates 2. Sie kann z.B. die Form eines schmalen Streifens, einer Ringfläche oder einer Kreisfläche aufweisen. In die Prägeschicht 3 ist eine optische Mikrostruktur 6 eingeprägt, die eine charakteristische Beugung einfallenden Lichtes hervorruft, ein Sicherheitsmerkmal des Dokumentes 1 darstellt und durch ein oder mehrere in einer vorbestimmten Sequenz angeordnete Hologramme, Beugungsgitter oder Kinoforms gebildet sein kann. Die Schutzschicht 4 wird nach dem Einprägen der Mikrostruktur 6 auf die Prägeschicht 3 aufgetragen und kann z.B. eine Lackschicht sein. Ihre eine Fläche schmiegt sich der Mikrostruktur 6 der Prägeschicht 3 an, während ihre andere, nach aussen gewandte Oberfläche 7 glatt oder leicht gewellt ist. Die typische Dicke der Prägeschicht 3 beträgt etwa 10 Mikron und jene der Schutzschicht 4 etwa 3 Mikron.

Die Mikrostruktur 6 ist, da sowohl die Prägeschicht 3 als auch die Schutzschicht 4 transparent sind, durch die Grenzschicht zweier Dielektrika gegeben. Damit sie überhaupt optisch wirksam ist, sind der Brechungsindex n_1 der Schutzschicht 4 und der Brechungsindex n_2 der Prägeschicht 3 verschieden gross. Die der Prägeschicht 3 zugewandte Oberfläche 5 des Substrates 1 weist wenigstens im Bereich der Mikrostruktur 6 eine diffuse Reflexionscharakteristik hoher Reflektivität auf, d.h. die beiden erwähnten Dielektrika sind auf einem hellen, rauen Untergrund angeordnet.

Wird gemäss der Fig. 1 auf die noch nicht mit der Schutzschicht 4 bedeckte Mikrostruktur 6 ein Lichtstrahl 8 gerichtet, der z.B. senkrecht einfällt, so erscheint in mindestens einer vorbestimmten Richtung ein ausgeprägtes Beugungsmaximum 9 bzw. 10. Bei Beleuchtung mit weissem Licht zeigen sich die Beugungerscheinungen dem menschlichen Auge z.B. durch einen ausgeprägten Regenbogeneffekt, der zwar durch die diffuse Streuung an der Substratoberfläche 5 etwas gestört wird, aber dennoch gut sichtbar ist.

Um das durch die Mikrostruktur 6 gegebene Sicherheitsmerkmal dem menschlichen Auge zu verbergen, ist einerseits die Brechungsindexdifferenz $n_2 - n_1$ derart klein und andererseits die diffuse Reflektivität der Substratoberfläche 5 derart gross, dass die Beugungerscheinungen der Mikrostruktur 6 von blossem Auge nicht mehr sichtbar sind. Dadurch wird die Intensität der Beugungerscheinungen bis unter die Sichtbarkeitsgrenze verringert und das Auge erkennt nur noch das an

der Substratoberfläche 5 reflektierte Streulicht 11 (Fig. 2), welches als derart starkes Störsignal in Erscheinung tritt, dass das durch die Beugungsmaxima 9, 10 (Fig. 1) gegebene Nutzsignal für das Auge im Störsignal untergeht. Zudem unterliegt auch das reflektierte Streulicht 11 lokalen Schwankungen (z. B. wenn das Substrat 2 aus Papier besteht), welche die Beugungerscheinungen der Mikrostruktur 6 zusätzlich maskieren. Da die Prägeschicht 3 und die Schutzschicht 4 sehr dünn und transparent sind, fallen sie dem Betrachter nicht auf und erregen keinen Argwohn, dass zwischen ihnen ein unsichtbares Sicherheitsmerkmal verborgen ist.

Beträgt die diffuse Reflektivität der Substratoberfläche 5 mindestens 80%, so liegen die Beugungerscheinungen unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze, wenn die Brechungsindexdifferenz $n_2 - n_1$ höchstens 0,2 beträgt. Durch eine weitere Verkleinerung der Brechungsindexdifferenz - z.B. auf den Wert 0,1 - kann dafür gesorgt werden, dass die Beugungerscheinungen weit unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze liegen und der maschinelle Nachweis des Sicherheitsmerkmals nur noch nach besonderen, weiter unten beschriebenen Verfahren zuverlässig möglich ist.

Vorteilhaft besteht das Substrat 2 aus Papier, das im Bereich der Mikrostruktur 6 weiss und im wesentlichen unbedruckt ist und dessen natürliche Oberflächenbeschaffenheit die erforderliche Reflexionscharakteristik aufweist. Ferner kann als Substrat 2 ein Kunststoff mit einer matt metallisierten Oberfläche dienen.

Eine zusätzliche Maskierung des Sicherheitsmerkmals kann dadurch erzielt werden, dass die Schutzschicht 4 eine leicht gewellte, lichtstrahlenaufweitende Oberfläche 7 aufweist, so dass sie als partieller Diffusor wirkt. Diese gewellte Oberfläche 7 ist einerseits sowohl beim Eintritt des Lichtstrahls 8 als auch beim Austritt der gebeugten Strahlen wirksam. Andererseits verbreitert sie auch den Raumwinkel, in welchem an der Oberfläche 7 Glanzreflexionen auftreten.

Eine weitere Maskierung des Sicherheitsmerkmals kann dadurch erfolgen, dass die Substratoberfläche 5 im Bereich der Mikrostruktur 6 einen zonenweise variierenden Mattheitsgrad aufweist.

Vorteilhaft ist die Mikrostruktur 6 derart gestaltet, dass bei ihrer Abtastung durch den gerichteten Lichtstrahl 8 gleichzeitig in mehreren vorbestimmten Richtungen Beugungsmaxima 9, 10 erscheinen, die z.B. um die optische Achse gruppiert sind. Dadurch lässt sich eine weitere Maskierung des Sicherheitsmerkmals erreichen, weil höchstens einen der geschwächten Teilsignale auf das Auge eines Beobachters fallen kann, während mittels einer entsprechenden Anzahl in den vorbestimmten Richtungen fest angeordneter Lichtföhler sämtliche Teilsignale empfangen und mittels eines elektrischen Addiergliedes wieder zum Gesamtsignal summiert werden können.

Eine weitere Maskierung des Sicherheitsmerkmals kann erreicht werden, wenn die Mikrostruktur aus einer Vielzahl einzelner Phasenbeugungsfelder (z.B. Phasengitter oder Hologramme) besteht, wobei jedes Phasenbeugungsfeld in mindestens einer Dimension derart klein gewählt ist, dass die einzelnen Felder von blossem Auge nicht mehr aufgelöst werden können. Dies lässt sich erreichen, wenn die Abmessungen der Felder in mindestens einer Dimension höchstens 0,1 mm betragen. Die Felder sollen andererseits noch genügend gross sein, so dass noch keine zu starke Verbreiterung der Beugungsmaxima auftritt. Ein Phasengitter beispielsweise soll aus mindestens fünf Gitterstrichen bestehen.

Wenn die Beugungerscheinungen weit unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze liegen, können die informationstragenden Beugungssignale in Gegenwart der starken, nicht informationstragenden diffusen Reflexionssignale derart schwach sein, dass ein einzelnes Beugungsmaximum auch maschinell

nicht mehr mit Sicherheit detektiert werden kann. Die Mikrostruktur 6 ist daher vorteilhaft derart gestaltet, dass bei ihrer Abtastung durch den gerichteten Lichtstrahl in mindestens einer vorbestimmten Richtung in einer vorbestimmten zeitlichen Sequenz Beugungsmaxima erscheinen, wenn das Dokument 1 mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit translatorisch oder rotierend bewegt wird. Bei der Echtheitsprüfung eines solchen Dokumentes in einem automatisch arbeitenden Lesegerät können die Beugungsmaxima mittels mindestens eines Lichtföhlers detektiert und mittels einer elektronischen Auswerteeinrichtung die zeitliche Sequenz der elektrischen Signale des Lichtföhlers mit einer Soll-Sequenz verglichen und ihre durch Beugungsmaxima gegebenen, der Soll-Sequenz entsprechenden Nutzkomponenten aufsummiert werden, während die durch diffuse Reflexionen gegebenen, nicht der Soll-Sequenz entsprechenden Störkomponenten unterdrückt werden. Dies wird im folgenden näher erläutert.

Die Fig. 3 zeigt ein Dokument 1a, dessen Mikrostruktur 6 aus einer Vielzahl gleicher Hologramme 12 besteht, welche mit regelmässigen Abständen in einer Reihe angeordnet sind. Die Mikrostruktur 6 des in der Fig. 4 dargestellten Dokumentes 1b ist durch zwei verschiedene Arten von Hologrammen 13 und 14 gebildet, die abwechselnd aneinandergereiht sind. Beim Dokument 1c nach der Fig. 5 besteht die Mikrostruktur 6 aus einer Vielzahl von Hologrammen 15 gleicher Art, die jedoch unterschiedlich lang sind und mit unterschiedlichen Abständen in einer Reihe angeordnet sind. Bei der Abtastung der Mikrostruktur 6 dieser Dokumente 1a, 1b und 1c durch einen gerichteten Lesestrahl erscheinen in mindestens einer vorbestimmten Richtung in einer vorbestimmten zeitlichen Sequenz Beugungsmaxima, wenn das Dokument mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit translatorisch in Richtung der Hologrammreihe bewegt wird. Bei den Dokumenten 1a und 1b ist diese Sequenz periodisch, beim Dokument 1c ist sie aperiodisch.

In der Fig. 6 ist ein Dokument 1d dargestellt, dessen Mikrostruktur 6 die Form einer Kreisfläche aufweist und durch ein einziges Hologramm 16 gebildet sein kann, das den senkrecht einfallenden Lichtstrahl 8 durch Beugung in mehrere Teilstrahlen 17 bis 20 aufspaltet, welche z.B. in einer Kegelmantelfläche liegen. Bei rotierender Bewegung des Dokumentes 1d um die Achse des Hologramms 16, die mit der Achse des Lichtstrahls 8 zusammenfällt, werden von einem Lichtföhler 21 nacheinander die Teilstrahlen 17, 18, 19 und 20 detektiert. Auch hier erscheinen also in mindestens einer vorbestimmten Richtung in einer vorbestimmten zeitlichen Sequenz Beugungsmaxima.

Im Falle einer periodischen Sequenz, aber unbekannter Phasenlage der selektiv zu detektierenden Nutzkomponenten der elektrischen Signale des Lichtföhlers erfolgt der Vergleich der zeitlichen Sequenz der elektrischen Signale mit der Soll-Sequenz vorteilhaft mittels eines in der Fig. 7 mit 22 bezeichneten schmalbandigen Frequenzfilters. Eine Lichtquelle 23 wirft beim Lesegerät nach der Fig. 7 den Lichtstrahl 8, der einen kleinen Querschnitt und eine vorbestimmte Wellenlänge besitzt, auf eine Teilfläche der Mikrostruktur 6 des Dokumentes 1. Mindestens ein Lichtföhler 24 ist in einem bestimmten Raumwinkel angeordnet, welcher einem möglichen Beugungswinkel entspricht. Transportrollen 25 einer Transporteinrichtung 26 bewegen das Dokument 1 quer zum Lichtstrahl 8, so dass die Mikrostruktur 6 kontinuierlich abgetastet wird. Vorteilhaft steuert die Transporteinrichtung 26 das Frequenzfilter 22 derart, dass sich dessen Durchlass-Mittenfrequenz selbsttätig proportional zur momentanen Abtastgeschwindigkeit einstellt, wodurch der Einfluss von Variationen der Transportgeschwindigkeit eliminiert wird. Der Lichtföhler 24 ist an einen Detektionskanal angeschlossen, der aus ei-

nem Verstärker 27, dem Frequenzfilter 22 und einem Komparator 28 besteht.

Die elektrischen Signale des Lichtföhlers 24, die aus sehr schwachen Nutzkomponenten und starken Störkomponenten bestehen, werden im Verstärker 27 verstärkt und gelangen zum Frequenzfilter 22. Am Ausgang des Frequenzfilters 22 baut sich eine Spannung auf, wenn die Frequenz der Nutzkomponenten der Durchlassfrequenz des Frequenzfilters 22 entspricht und sich die Nutzkomponenten aufaddieren. Die Störkomponenten liefern dagegen keinen nennenswerten Beitrag zur Ausgangsspannung des Frequenzfilters 22, da sie aus vorwiegend anderen Frequenzanteilen bestehen. Der Komparator 28 gibt ein Ja-Signal ab, wenn die Ausgangsspannung des Frequenzfilters 22 einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

Ist die zeitliche Sequenz der zu detektierenden Nutzkomponenten periodisch und auch ihre Phasenlage bekannt, so erfolgt der Vergleich mit der Soll-Sequenz vorteilhaft mittels eines sog. phasenempfindlichen Lock-in-Verstärkers (z.B. bekannt aus der Druckschrift T351-15M-8/75-CP der Princeton Applied Research Corporation), der in der Fig. 8 mit 29 bezeichnet ist. In der Fig. 8 weisen gleiche Bezugszahlen wie in der Fig. 7 auf gleiche Teile hin. Der Signaleingang des Lock-in-Verstärkers 29 ist an den Lichtföhler 24 und ein Steuereingang an einen Positionsgeber 30 angeschlossen. Der Augang des Lock-in-Verstärkers 29 ist mit dem Komparator 28 verbunden. Der Positionsgeber 30 liefert Steuersignale, die der Soll-Sequenz entsprechen und mit der augenblicklichen Position des Dokumentes 1 unter dem Lichtstrahl 8 genau synchronisiert sind. In der Zeichnung ist diese Synchronisation durch eine Wirkverbindung zwischen der Transporteinrichtung 26 und dem Positionsgeber 30 angedeutet. Sie kann z.B. durch Abtastung des vorderen Randes des Dokumentes 1 oder durch Abtastung von auf dem Dokument angeordneten Synchronisationsmarken erfolgen.

Die vom Lichtföhler 24 abgegebenen elektrischen Signale werden im Lock-in-Verstärker 29 zunächst wechselstrommässig verstärkt und anschliessend in ihrer Polarität genau im Rhythmus der Soll-Sequenz jeweils so umgeschaltet, dass jede einzelne positive oder negative Nutzsignalspitze z.B. einen positiven Beitrag zum Ausgangssignal des Lock-in-Verstärkers 29 liefert, während die überlagerten Störsignale in keiner festen Phasenbeziehung zum Umschaltrhythmus stehen, so mit innerhalb eines genügend langen Zeitintervalls gleich häufig positive und negative Beiträge zur Ausgangsspannung liefern und daher im zeitlichen Mittel verschwinden. Die Ausgangsspannung stellt ein Mass dar für die Korrelation der holographisch gespeicherten Sequenz und der Soll-Sequenz.

Ist schliesslich die zeitliche Sequenz der zu detektierenden Nutzkomponenten aperiodisch, so erfolgt der Vergleich mit der Soll-Sequenz vorteilhaft mittels eines elektronischen Korrelators 31, dessen erster Eingang beim Lesegerät nach der Fig. 9 an den Ausgang des Verstärkers 27 und dessen zweiter Eingang an einen Speicher 32 angeschlossen ist. Die Soll-Sequenz ist im Speicher 32 gespeichert, welcher vom Positionsgeber 30 getaktet wird und ein Vergleichssignal an den Korrelator 31 liefert, das der Soll-Sequenz entspricht und wiederum mit der augenblicklichen Position des Dokumentes 1 unter dem Lichtstrahl 8 genau synchronisiert ist. Der Ausgang des Korrelators 31 ist mit dem Eingang des Komparators 28 verbunden.

Ähnlich wie beim Lock-in-Verstärker 29 (Fig. 8) werden im Korrelator 31 die Nutzkomponenten des vom Lichtföhler 24 erzeugten elektrischen Signals, die der Soll-Sequenz gleichen, verstärkt, während die Störkomponenten unterdrückt werden.

Ist die Mikrostruktur 6 solcher Art, dass in mehreren Raumwinkeln Beugungsmaxima auftreten, so kann in jedem

dieser Raumwinkel ein Lichtföhler angeordnet werden, dessen elektrisches Signal auf die anhand der Fig. 7 bis 9 beschriebene Weise in einem Detektionskanal analysiert und die Ausgangssignale der verschiedenen Detektionskanäle in einer Logikschaltung so verknüpft werden, dass das Dokument als echt akzeptiert wird, wenn mehrere der Detektionskanäle ein Ja-Signal abgeben.

Es ist auch möglich, die Signale verschiedener Lichtföhler miteinander zu verknüpfen und erst dann auf einen Detektionskanal zu geben. Die Fig. 10 und 11 zeigen Beispiele hierfür. Bei der Anordnung nach der Fig. 10 ist der Lichtföhler 24 wiederum in einem Raumwinkel angeordnet, der einem möglichen Beugungsmaximum entspricht. Ein weiterer Lichtföhler 33 empfängt das am Dokument 1 gestreute Licht in einem Raumwinkel, in dem kein Beugungsmaximum erwartet wird. Ein Differenzverstärker 34 bildet die Differenz der elektrischen Signale der Lichtföhler 24 und 33. Der Ausgang des Differenzverstärkers 34 wird auf den Detektionskanal der Fig. 7, 8 oder 9 geschaltet. Enthält das zu prüfende Dokument keine echte Mikrostruktur, sondern z.B. absorbierende makroskopische periodische Farbmuster, welche Reflexionsänderungen mit der gleichen Sequenz erzeugen wie eine echte Mikrostruktur, so wird das Dokument dennoch zurückgewiesen, weil sich die elektrischen Signale der beiden Lichtföhler

24, 33 infolge der Differenzbildung im zeitlichen Mittel weitgehend aufheben.

Bei der Anordnung nach der Fig. 11, die z.B. zur Echtheitsprüfung des Dokumentens 1b mit zwei verschiedenen Hologrammen 13, 14 gemäss der Fig. 4 dient, sind vier Lichtföhler 35 bis 38 vorgesehen, die an einen Rechenverstärker 39 angeschlossen sind. Der Ausgang des Rechenverstärkers 39 wird wiederum auf den Detektionskanal der Fig. 7, 8 oder 9 geschaltet. Der Lichtföhler 35 ist z.B. in der normalen Beugungsordnung der Hologramme 13, der Lichtföhler 36 in der konjugierten Beugungsordnung der Hologramme 13, der Lichtföhler 37 in der normalen Beugungsordnung der Hologramme 14 und der Lichtföhler 38 in der konjugierten Beugungsordnung der Hologramme 14 angeordnet. Die elektrischen Signale der Lichtföhler 35 bis 38 sind mit S_1 bis S_4 bezeichnet. Der Rechenverstärker 39 bildet aus diesen Signalen ein Signal $S = (S_1 + S_2) - (S_3 + S_4)$ oder $S = \frac{S_1 + S_2}{S_3 + S_4}$, dessen Sequenz der Sequenz der alternierenden Hologramme 13, 14 entspricht. Durch die Differenzbildung bzw. Quotientenbildung werden auch hier Fehlsignale, die durch nicht beugungsbedingte Farbmustersequenzen hervorgerufen werden, weitgehend unterdrückt.

Fig. 1

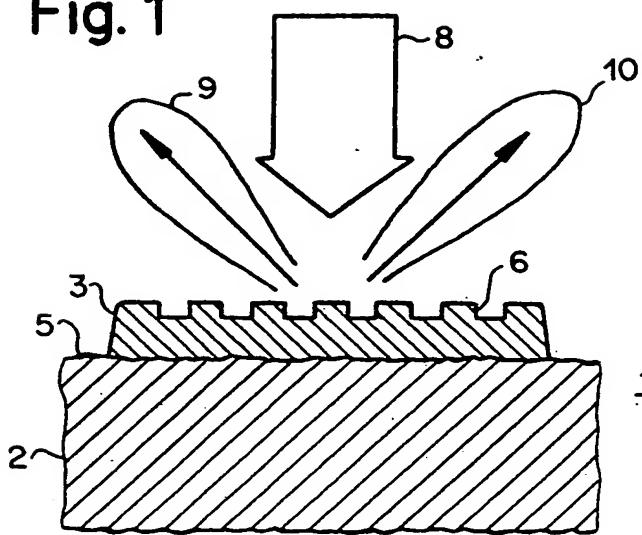


Fig. 2

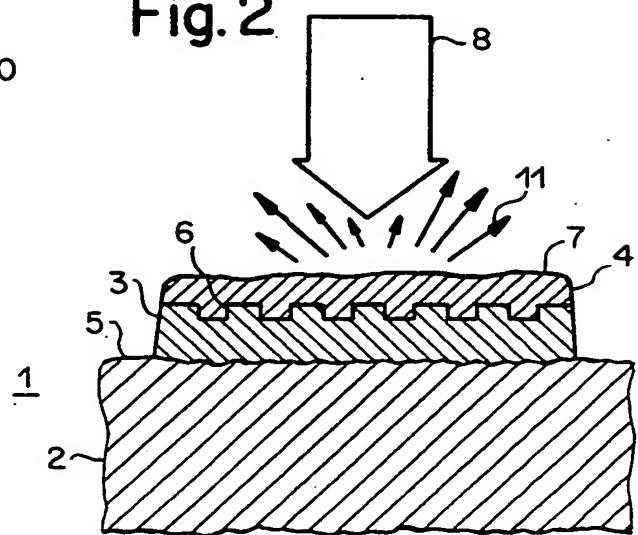


Fig. 3

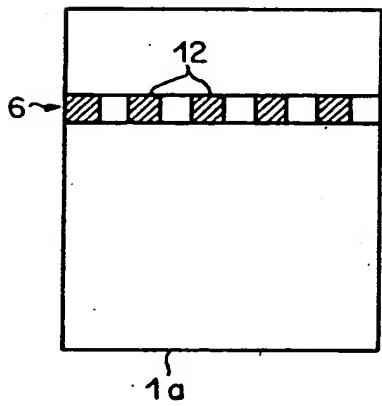


Fig. 4

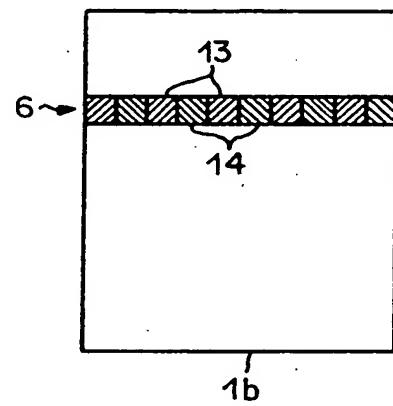


Fig. 5

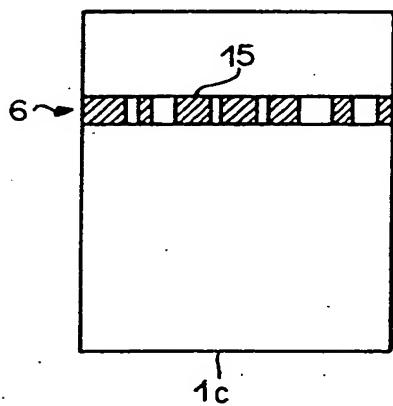


Fig. 6

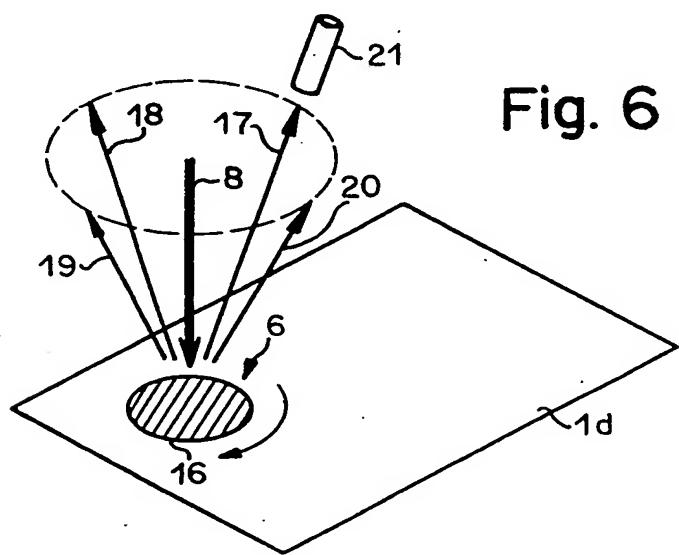


Fig. 7

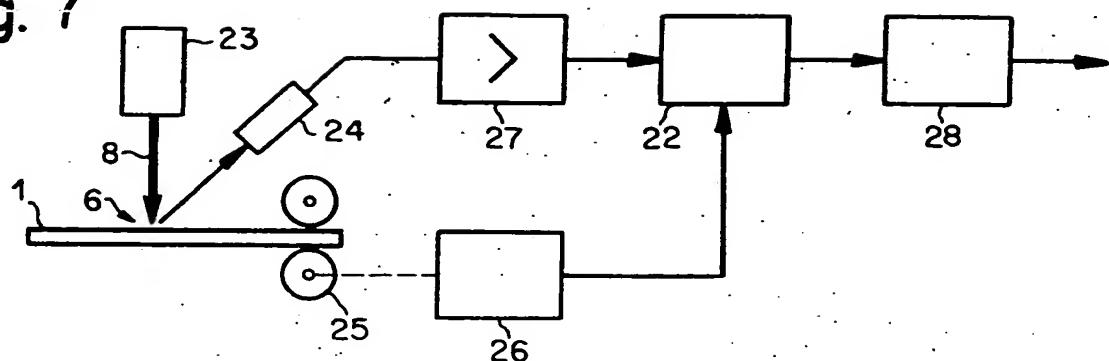


Fig. 8

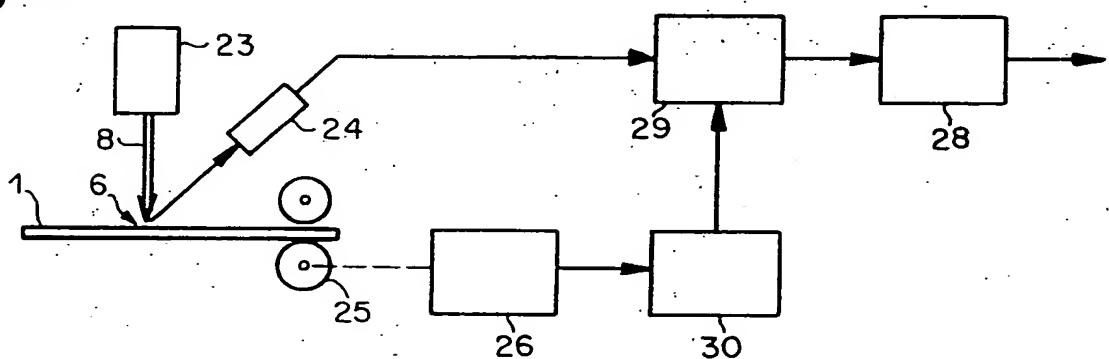


Fig. 9

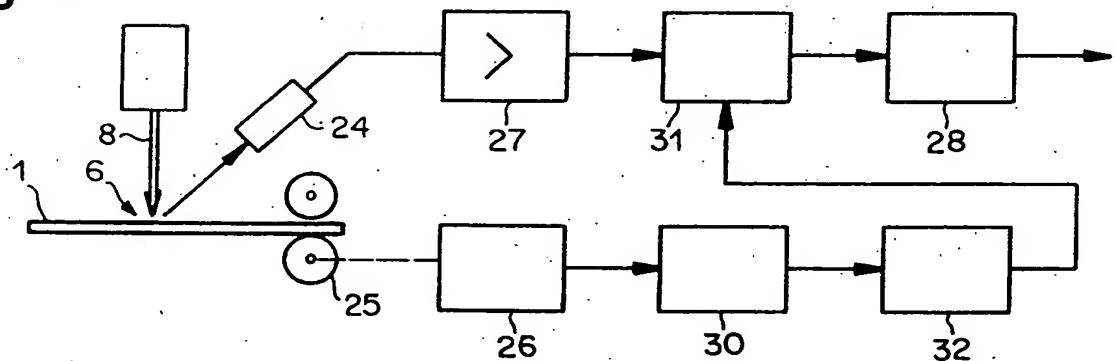


Fig. 10

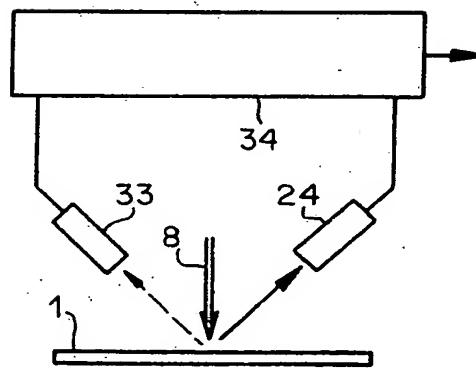
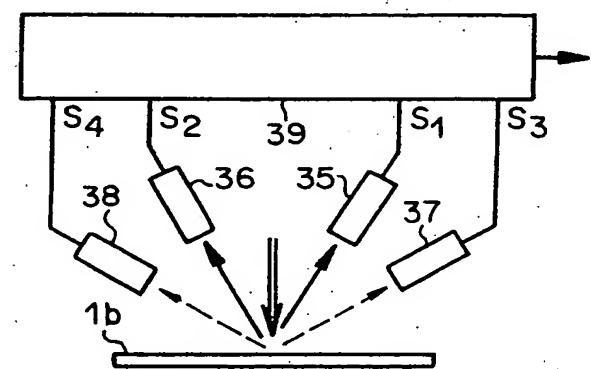


Fig. 11



THIS PAGE BLANK (USPTO)